

<http://dx.doi.org/10.15202/25254146.2017v2n3p92>

# AQUECIMENTO DE ÁGUA POR ENERGIA SOLAR

**Wilson dos Santos**

Graduando em Engenharia Civil – Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM – RJ  
wilsonengenharia@hotmail.com

**Bruno Matos de Farias**

Mestre em Desenvolvimento Local pelo Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM – RJ  
bmfarias@gmail.com

**Rachel Cristina Santos Pires**

Mestre em Desenvolvimento Local pelo Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM – RJ  
Professora do Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM – RJ  
rachelpireseng@gmail.com

**Everton Rangel Bispo**

Doutor em Engenharia de Materiais, Processos Químicos e Metalúrgicos pela UFRRJ – RJ  
Professor do Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM – RJ  
prof.evertonrangel@gmail.com

## RESUMO

O presente trabalho, teve como objetivo realizar um estudo comparativo para o aquecimento a ser utilizado no barracão de obras, comparando a instalação de chuveiros elétricos com a utilização de boiler conjugado com placas solares. A metodologia utilizada para elaboração desse trabalho foi inicialmente pesquisa bibliográfica sobre os sistemas de aquecimento de água por energia solar e um estudo de caso através de um comparativo entre o sistema de energia elétrica convencional (chuveiros elétricos) com a utilização de boiler conjugado com placas solares. Foi possível concluir que a utilização da energia solar está melhorando consistentemente ao longo do tempo, à medida que as pessoas começam a entender os benefícios oferecidos por esta tecnologia. À medida que nossas reservas de petróleo diminuem pesquisas sobre fontes alternativas de energia tornam-se altamente relevantes tanto do ponto de vista econômico como ambiental.

**Palavras-chave:** Aquecimento de água. Energia Solar. Sistema Convencional. Placas Solares.

## WATER HEATING BY SOLAR ENERGY

### ABSTRACT

The study on water heating by solar energy, aimed to perform a comparative study for the heating to be used in the works shed, comparing the installation of electric showers with the use of boiler conjugated with solar panels. The methodology used to elaborate this work will initially be a bibliographical research on water heating systems by solar energy and a case study through a comparison between the conventional electric power system (electric showers) and the use of boiler conjugated with board solar power. It turns out that solar energy technology is improving consistently over time, as people begin to understand the benefits offered by this incredible

technology. As our oil reserves decline, the prospects for alternative sources of energy become highly relevant both economically and environmentally.

**Keywords:** Water heating. Solar energy. Conventional System. Solar boards.

## 1 INTRODUÇÃO

A energia, bem como a água e o ar, são os principais elementos para a vida. Desde o começo da humanidade, o homem tem empregado a inteligência para inventar mecanismos que diminuam o esforço e aumentem seu conforto. Por meio do domínio do fogo, ele pode melhorar sua alimentação, ter maior conforto e segurança. Idealizou a roda e demais mecanismos que expandiram sua força física e facilitaram o transporte. Desvendou a força das águas, dos ventos e amansou animais, empregando a força de cavalos e bois para o trabalho. Vários anos se passaram até que um fato demarcou a história da energia: a invenção da máquina a vapor, um emblema energético da Revolução Industrial (MOURA; MOTA, 2013).

Nos últimos anos, descobriu-se que a energia produzida pelos raios solares pode ser coletada e armazenada, para ser utilizada em escala global com o objetivo de eventualmente substituir as fontes convencionais. Enquanto o mundo está sempre se recopsntruindo, o seu foco para a produção de energia limpa, na qual a solar apresenta-se com um aumento significativo tendo sua importância bastante relevante para economia.

Quando se aborda a economia de energia, a sustentabilidade e a eficiência energética, várias tecnologias podem ser incorporadas aos processos construtivos de modo que viabilizem redução do consumo energético e ainda acomodem maior conforto aos seus usuários (PEREIRA, 2017).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi realizar um estudo comparativo para o aquecimento a ser utilizado no barracão de obras, comparando a instalação de chuveiros elétricos com a utilização de boiler conjugado com placas solares.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Sistema de aquecimento Solar da água

Com o passar do tempo, cada vez mais se necessitou utilizar a energia nos processos produtivos. No âmbito contemporâneo, as fontes renováveis foram trocadas por energias fósseis, ou seja, não renováveis. No entanto, elas são mais eficientes e com maior flexibilidade em suas utilizações, como é o caso do petróleo. Em decorrência do contínuo aumento da demanda por energia, a matriz energética mundial foi alicerçada em base hidráulica e de biomassa (MOURA; MOTA, 2013).

Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (2017), quase todas as fontes de energia hidráulica, biomassa, eólica, combustíveis fósseis e energia dos oceanos, representam formas indiretas de energia solar. Somado a isto, a radiação solar pode ser empregada abertamente como fonte de energia térmica para aquecimento de ambientes e ainda para geração de potência mecânica ou mesmo elétrica. Ela pode ainda transformar-se diretamente em energia elétrica, por meio dos sistemas fotovoltaico e termoelétrico (MOURA; MOTA, 2015).

A energia elétrica é algo de grande importância. Por meio dela, ocorre a iluminação de residências, prédios, hospitais, e tudo aquilo que dependa da eletricidade. A forma mais

adequada de viver em harmonia com a eletricidade é conhecê-la, tirando todo o proveito que a mesma possa proporcionar, com intuito de usá-la com segurança e buscar a preservação ambiental (MOURA; MOTA, 2013).

Os sistemas de água quente solar usam energia solar para aquecer a água usando os conhecidos painéis solares montados no telhado. Esta água pode então ser armazenada em um tanque isolado. Embora esses sistemas possam produzir até 90% das necessidades de água quente de uma casa, o sistema pode precisar de um aumento de gás ou eletricidade quando o sol não estiver brilhando ou a demanda de água quente é alta (SILVA, 2014).

Originalmente desenvolvido para exigências energéticas para satélite terrestre em órbita - Energia solar - expandiu-se nos últimos anos para nossas necessidades domésticas e industriais. A energia solar é produzida coletando luz solar e convertendo-a em eletricidade. Isso é feito usando painéis solares, que são grandes painéis planos constituídos por muitas células solares individuais. É mais frequentemente usado em locais remotos, embora esteja se tornando mais popular nas áreas urbanas também (SILVA, 2014).

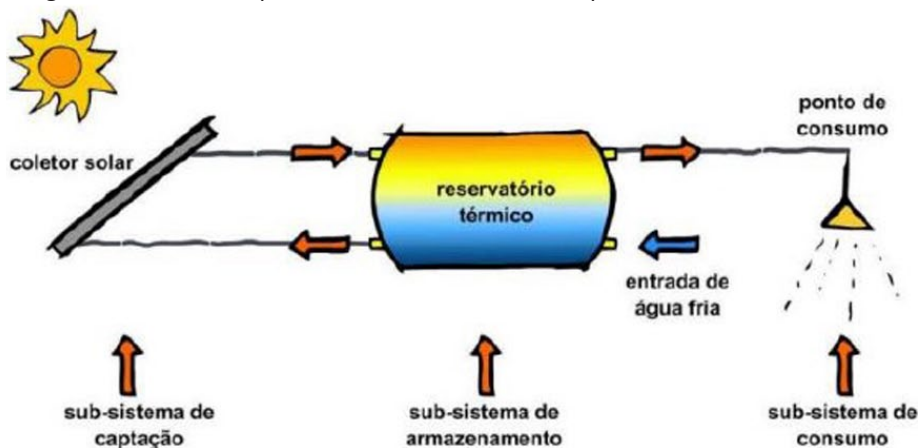
Os sistemas solares térmicos são uma forma ecológica de fornecer água quente. Eles estão experimentando um crescimento rápido desde o início da última década. Segundo Lima; Santos (2015), o Brasil apresenta domínio da tecnologia de aquecedores solares, sendo produtor de todos os equipamentos utilizados no país, por meio de mão de obra e matérias-primas nacionais.

Os sistemas solares térmicos são uma forma ecológica de fornecer água quente. Eles estão experimentando um crescimento rápido desde o início da última década.

Segundo Lima; Santos (2015), o Brasil apresenta domínio da tecnologia de aquecedores solares, sendo produtor de todos os equipamentos utilizados no país, por meio de mão de obra e matérias-primas nacionais.

Segundo Lenz (2016) o sistema de aquecimento solar apresenta-se em três importantes partes, dentre elas: o subsistema para captação, o sistema para o armazenamento e sistema para o e consumo. O primeiro é formado pelos coletores solares, fica posicionado na parte externa, em local que admita a melhor probabilidade de bom emprego dos raios solares (Figura 1). O reservatório térmico será abastecido com água fria originária da rede de água, e de tal modo este deve ficar abaixo deste reservatório. Existem casos em que é imprescindível um reservatório secundário para resolver o problema de níveis.

Figura 1: Desenho esquemático de um sistema de aquecimento solar residencial.



Fonte: (Lenz, 2016)

O sistema de captação esquentar a água por meio da irradiação solar e, ainda pelo efeito termossifão, a água aquecida será deslocada para o reservatório térmico, através da diferença de densidade entre água aquecida e água fria. O ciclo acontece de maneira contínua até que seja abrangido o equilíbrio entre a água que foi aquecida no reservatório térmico e a probabilidade de aquecimento nos coletores solares. A partir daí, o ciclo se conclui e é alcançado o equilíbrio térmico. Logo, se a água quente que encontra no reservatório for consumida pela abertura que foi manifesta pelo sistema de consumo, existirá uma nova entrada de água fria para o reservatório térmico, de tal modo iniciando um novo ciclo de termossifão entre o reservatório térmico e as placas coletoras solares (LENZ, 2016).

A sustentabilidade e seu bom emprego prático, configuram-se como propostas temáticas periódicos no panorama recente da construção civil brasileira, dilatando-se a introdução de tecnologias sustentáveis nos empreendimentos, dentre eles, a tecnologia de aquecimento solar. O equipamento mais conhecido é o coletor solar plano que realiza a conversão da energia solar em energia térmica. O sistema aprovisiona água quente em diversas temperaturas que variamvairam entre 40 °C e 60 °C, acatando essencialmente questões de uso residencial, pra cozinhas e banheiros. No contexto brasileiro, o sistema solar térmico é empregado para suprir o chuveiro elétrico (SILVA et al, 2011).

### 3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada para elaboração desse trabalho foi desenvolvida em duas etapas: o primeiro foi o levantamento bibliográfico sobre os sistemas de aquecimento da água através da energia solar, o segundo foi o estudo de caso comparativo entre o sistema elétrico convencional (chuveiros elétricos) e o boiler conjugado com placas solares. Inicialmente uma pesquisa bibliográfica sobre os sistemas de aquecimento de água por energia solar e um estudo de caso através de um comparativo entre o sistema de energia elétrica convencional (chuveiros elétricos) com a utilização de boiler conjugado com placas solares.

#### 3.1 Descrição do projeto

Atender às normas do ministério do trabalho e sindicato dos trabalhadores da construção civil (sintraconst-rio) no que concerne a utilização de água quente nos barracões de obra, tomando como base a NR-18 (18.4.2.8.3) que estabelece a utilização de água quente em barracões de obras entre outras normativas. Sendo assim, os materiais utilizados no estudo de caso são citados a seguir: NR-18 (18.4.2.8.3 – Os chuveiros devem ser de metal ou plástico, individuais ou coletivos, dispondo de água quente.)

Materiais:

- ✓ Chuveiros elétricos potência 5500W – 220V;
- ✓ Boiler solar elétrico alta pressão 3KW – 220V;
- ✓ Placas solares JF-16 1,00X1,60 (Classe Inmetro)
- ✓ Quantitativo máximo de operários: 100;
- ✓ Quantitativo de operários considerados no dimensionamento: 70.

Busca-se definir a solução mais adequada sob o ponto de vista técnico e financeiro, sendo considerado: o custo de aquisição de equipamentos + custo de consumo energético pelo período de execução da obra.

### 3.2 Cálculos

#### 3.2.1 Chuveiros elétricos

O sistema de bandeiras tarifárias foi criado, de acordo com a Aneel, para sinalizar aos consumidores os custos reais da geração de energia elétrica. A adoção de cada bandeira, nas cores verde, amarela e vermelha (patamar 1 e 2), está relacionada aos custos da geração de energia elétrica. No patamar 1, o adicional nas contas de luz é de R\$ 3,00 a cada 100 kWh; já no 2, o valor extra sobe para R\$ 5,00.

Com a adoção da bandeira vermelha, a Aneel aconselha os consumidores a adotar hábitos que contribuam para a economia de energia, como tomar banhos mais curtos utilizando o chuveiro elétrico, não deixar a porta da geladeira aberta e não deixar portas e janelas abertas em ambientes com ar condicionado, entre outros, isto de ser observado na figura 2.

Figura 2: Consumo de Energia

A	B	C	D	E	F	G
POPUL. ALVO	TEMPO BANHO(MIN)	TOTAL H/DIA	DIAS/ MÊS	TOTAL H/MÊS	POTÊNCIA CHUVEIRO	TOTAL CHUVEIROS
70	10	11,67	22	256,67	5500W	7
CONSUMO TOTAL DE ENERGIA		TARIFA LIGHT	VALOR MENSAL	PERÍODO OBRA (MESES)	VALOR TOTAL	
$(E * F * G) / 1000$		R\$ 0,47092	R\$ 4.653,47	15	R\$ 69.802,12	
9881,67						
COMPRA CABO 25mm -15M 4 VIAS			VALOR FINAL			
R\$ 5.760,00			R\$ 75.562,12			

Fonte: (Autor, 2017)

#### 3.2.2 Cálculos (Boiler + placas)

Um sistema básico de Aquecimento de água por Energia Solar é composto de coletores solares (placas) e reservatório térmico (Boiler). As placas coletoras são responsáveis pela absorção da radiação solar. O calor do sol, captado pelas placas do aquecedor solar, é transferido para a água que circula no interior de suas tubulações de cobre, fornecendo assim os preços como apresentado na tabela 1.



Tabela 1. Aquisição de Boiler e placas e a relação de preço por potência.

AQUISIÇÃO BOILER 400L -2 PEÇAS			AQUISIÇÃO DE PLACAS JF -16 4 PLACAS	
R\$ 5.180,00			R\$ 2.880,00	
<b>E</b>	<b>H</b>	<b>I</b>	<b>CONSUMO TOTAL DE ENERGIA MÊS</b>	<b>TARIFA LIGHT -MÊS- KW</b>
TOTAL H/MÊS	(POTENCIA BOILER) KW	TOTAL BOILER	E*H*I	TOTAL BOILER
256,67	3	2	1540	R\$ 0,47092
<b>VALOR MENSAL</b>	<b>PERÍODO OBRA MESES</b>	<b>VALOR TOTAL</b>	<b>VALOR FINAL</b>	
R\$ 725,22	15	R\$ 10.878,25	R\$ 18.938,25	

Fonte: (Autor, 2017)

### 3.3 Registro fotográfico

Instalação de aquecedor solar é algo que demanda um certo conhecimento técnico. Para explicar melhor este assunto, precisamos denominar a composição do aquecedor solar. Um sistema de aquecimento solar é composto, basicamente, por coletor solar e reservatório de armazenamento de água quente (Boiler). Mas para o funcionamento é preciso instalação, envolve o abastecimento de água e a distribuição aos pontos de consumo. As Figuras 3, 4, 5, 6 e 7 ilustram respectivamente a elevação e instalação do boiler.

Figura 3: Elevação do boiler



Fonte: (Autor, 2017)

Figura 4: Instalação do boiler



Fonte: (Autor, 2017)

Figura 5: Instalação do boiler



Fonte: (Autor, 2017)

Figura 6: Instalação das placas



Fonte: (Autor, 2017)

Figura 7: Instalação dos chuveiros



Fonte: (Autor, 2017)

#### 4 RESULTADOS

Conforme demonstrado acima, a utilização do conjunto boiler + placas representa uma economia de R\$ 56.623,87.

Tabela 2. Diferença/custo entre o chuveiro elétrico e o uso do Boiler.

<b>VALOR FINAL SISTEMA C/ CHUVEIROS</b>	<b>VALOR FINAL SISTEMA C/ BOILER</b>
<b>R\$ 75.562,12</b>	<b>R\$ 18.938,25</b>
<b>DIFERENÇA</b>	
<b>R\$ 56.623,87</b>	

Fonte: (Autor, 2017)

Com base nos resultados apresentados na tabela acima e no estudo apresentado no presente trabalho é possível realizar a comparação entre as vantagens e desvantagens na utilização da energia solar. Destacam-se as vantagens da energia solar:

- A principal vantagem da energia solar é que nenhuma poluição é criada no processo de geração de eletricidade. Ambientalmente, a energia mais limpa e verde. A energia solar é renovável e limpa (ao contrário de gás, petróleo e carvão) e sustentável;
- Não precisa de combustível.
- Portanto, a energia solar não colabora para o aquecimento global, chuva ácida ou poluição atmosférica. Cooperar ativamente para a redução das emissões nocivas de gases de efeito estufa.



- (e) Não há nenhum custo contínuo para o poder que ele gera - como a radiação solar está livre em todos os lugares. Não há custos recorrentes.
- (f) Pode ser aplicada de forma flexível a uma variedade de aplicações estacionárias ou portáteis (MELHORAR ESTA FRASE – APLICADA E APLICAÇÕES – REPETITIVA). Ao contrário da maioria das formas de geração elétrica, os painéis podem ser feitos pequenos o suficiente para caber dispositivos eletrônicos de bolso ou suficientemente grandes para carregar uma bateria de automóvel ou fornecer eletricidade para edifícios inteiros.
- (g) Oferece muito mais autoconfiança do que dependendo de um utilitário de energia para toda a eletricidade.
- (h) É bastante econômica em longo prazo.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos dias atuais, onde a sociedade registra uma enorme preocupação com a sustentabilidade e com a diminuição da utilização dos recursos naturais do planeta na geração de energia elétrica (O PARÁGRAFO PARECE INCOMPLETO – LEIA).

O desenvolvimento de novas tecnologias com base na energia solar tem melhorado consistentemente ao longo do tempo, tanto no que se refere a viabilidade econômica como na conscientização do indivíduo a respeito dos benefícios oferecidos por esta fonte energética. (PALAVRA NÃO APROPRIADA A TEXTOS ACADÊMICOS). À medida que as reservas de petróleo diminuem, é importante para recorrermos a fontes alternativas de energia.

Neste estudo foi verificado que seria um alternativa viável a substituição de alguns requisitos energéticos que fazem uso de fontes convencionais para a energia solar, e que este fato poderá gerar um impacto positivo sobre a economia e o meio ambiente.

Assim sendo, foi constatada a necessidade de novas fontes de geração de energia, confiável e de qualidade, comparada às energias convencionais comercializadas no momento e menores impactos ambientais.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Energia solar**. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia\\_solar%283%29.pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_solar%283%29.pdf)>. Acesso em: 20 abr. 2017.

CABRAL, Isabelle de Souza; CAZELGRANDI, Adriana Torres; SENNA, Pedro Rocha. **Energia solar**: análise comparativa entre Brasil e Alemanha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 4., 2013, Salvador. **Anais...** Salvador, nov. 2013. p. 25-28. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2013/X-009.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2017.

CARVALHO, Carlos Henrique Figueira de. **Projeto de um sistema de aquecimento solar de água para pousadas**. 2010. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade Federal de Lavras, Lavras. Disponível em: <[www.solenerg.com.br/files/monografia\\_carloshenrique.pdf](http://www.solenerg.com.br/files/monografia_carloshenrique.pdf)>. Acesso em: 21 abr. 2017.

DÍAZ, Isadora. **Energia solar**: vantagens e desvantagens. Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/artigos/noticia/2011/12/energia-solar-vantagens-e-desvantagens.html>>. Acesso em: 20 abr. 2017.

GREENPEACE. **Energia fotovoltaica**. Disponível em: <<https://secured-static.greenpeace.org/brasil/Global/brasil/image/2015/Maio/>>. Acesso em: 5 abr. 2015.7

LENZ, Anderson Miguel. **Uso da energia solar para aquecimento de água e microgeração de eletricidade visando a sustentabilidade energética de uma residência unifamiliar rural.** Cascavel, 2016.

LIMA, Gabriel José Barbosa; SANTOS, Nilton César Góis Santos. **O uso da energia solar para o aquecimento de água**. 2009. Trabalho de Conclusão do Curso (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade Católica do Salvador, Salvador. Disponível em: <[www.ucsal.br](http://www.ucsal.br)>. Acesso em: 5 abr. 2017.

MARQUES, Fernando Mário Rodrigues. **Perspectivas para a energia solar no Brasil** Disponível em: <<http://www.revistabsp.com.br>> Acesso em: 5 abr. 2017.

MOURA, Mariangela de; MOTTA, Ana Lúcia Torres Seroa da. **O fator energia na construção civil**. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 1., 2013, Rio de Janeiro. **Anais...** out. 2013. p.12-23. Disponível em: <<http://www.excelenciaemgestao.org/anais.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2017.

NIELSEN, Otto Araujo. **Projeto de instalação predial ambientalmente autossustentável de próprios nacionais residenciais sustentáveis para cap/ten com 06 pavimentos**. 2010. Monografia (Bacharel em Engenharia de Construção e Fortificação). Instituto Militar de Engenharia - IME, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/ottoanielsen/nielsen-pnr-sustentavel>>. Acesso em: 12 abr. 2017.

PEREIRA, B.J. Sustentabilidade: um desafio para engenharia. Revista Techoje. Disponível em: <[http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe\\_artigo/1693](http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/1693)>. Acesso em: out. 2017

RIO DE JANEIRO (Estado). Secretaria de Estado do Ambiente. Disponível em: <<http://www.rj.gov.br/web/sea>>. Acesso em: 13 abr. 2017.

SILVA, Roberta Costa Ribeiro da. Aquecedor solar de água integrado ao telhado. Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2014.

SILVA, Izadora Cristina Corrêa, et al. **Uso do sistema de aquecimento solar de água na habitação de interesse social: estudo de caso do Programa Lares Habitação Popular da COHAB-MG em Itatiaiuçu**. Anais do 2º.Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído X Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios | 03 e 04 de Novembro de 2011 | Rio de Janeiro, RJ |

VARELLA, Fabiana Karla de Oliveira Martins; CAVALIERO, Carla Kazue Nakao; SILVA, Ennio Peres da. Energia solar fotovoltaica no Brasil: incentivos regulatórios. Rio de Janeiro: **Revista Brasileira de Energia**, v. 14, n. 1, p. 9-22, set. 2008.

VILLALVA, Marcelo Gradella; GAZOLI, Jonas Rafael. **Energia solar fotovoltaica**. São Paulo: Érica, 2012.